

TRANSMITTAL
FORM

(Use for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

Application Number	10/796,614
Filing Date	March 8, 2004
First Named Inventor	Yu, Chih-Hsing
Art Unit	2823
Examiner Name	LEE, HSIEN MING
Attorney Docket Number	021653-001000US

ENCLOSURES (Check all that apply)

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form
<input type="checkbox"/> Fee Attached
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply
<input type="checkbox"/> After Final
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application
<input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 | <input type="checkbox"/> Drawing(s)
<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers
<input type="checkbox"/> Petition
<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application
<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address
<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer
<input type="checkbox"/> Request for Refund
<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____
<input type="checkbox"/> Landscape Table on CD | <input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC
<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Status Letter
<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
Return Postcard
Communication to Submit Priority Document |
|---|--|---|

Remarks	The Commissioner is authorized to charge any additional fees to Deposit Account 20-1430.
---------	--

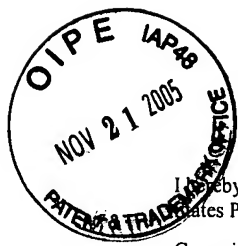
SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm Name	Townsend and Townsend and Crew LLP		
Signature			
Printed name	Kent J. Tobin		
Date	November 18, 2005	Reg. No.	39,496

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Signature			
Typed or printed name	Eleanor J. Taylor	Date	November 18, 2005



I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

On

November 18, 2005

TOWNSEND and TOWNSEND and CREW LLP

By:

Eleanor J. Taylor

PATENT

Docket No.: 021653-001000US

Client Ref. No.: I-02-047

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Chih-Hsing Yu

Application No.: 10/796,614

Filed: March 8, 2004

For: METHOD FOR
MANUFACTURING
SEMICONDUCTOR DEVICES BY
MONITORING NITROGEN BEARING
SPECIES IN GATE OXIDE LAYER

Customer No. 020350

Confirmation No.: 1772

Examiner: LEE, HSIEN MING

Art Unit: 2823

COMMUNICATION TO SUBMIT
PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Chinese Patent Application No. 03142094.X, filed August 6, 2003, to be made of record in the above-identified application.

Respectfully submitted,

Kent J. Tobin
Reg. No. 39,496

TOWNSEND and TOWNSEND and CREW LLP
Two Embarcadero Center, Eighth Floor
San Francisco, California 94111-3834
Tel: (415) 576-0200
Fax: (415) 576-0300
KJT:ejt

60639629 v1

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日 期: 2003. 08. 06

申 请 号: 03142094. X

申 请 类 别: 发明

发 明 名 称: 利用检测闸门氧化硅层中氮化物含量的半导体元件制成方法

申 请 人: 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

发 明 人: 游智星

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

中华人民共和国
国家知识产权局局长

田力普

2005 年 9 月 19 日

权利要求书

1、一种制造集成电路的工艺方法；此方法包括

引入一测试晶片到生产流程晶片群中去形成一组制程实验组，每个晶片都须尚未经闸门层介电质生成的制程步骤，导入此实验组于闸门介电层生成的流程，形成氮氧化硅的薄膜到预定厚度不多于 40 埃，其于形成之温度及氮成份，氧成份气体的种类先须预选固定，

把测试晶片从制作流程中取出施于第二次氧化步骤到前有氮氧化硅层膜增长出第二厚度。此第二厚度之值非常大是取决于氮成份在氮氧化硅层中的浓度；

量出预定厚度和第二厚度间之差值；

对照此差值到一组群资料其含氮浓度值在其预定薄膜厚度下已经整理采得。

2、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，第二氧化步骤是以快火热工氧化于含氧成份的气体中而完成。

3、如权利要求 2 所述的工艺方法，其特征在于，第二厚度值是要比预定厚度值大。

4、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，其制程是指在流程线上的制程作产品生产用。

5、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，其第二氧化步骤是以高于 900 °C，操作于含氧分子成份的气体环境中，

6、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，建立一关系标示图，以标示厚度差值相对于氮浓度值；

7、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，是以至少椭圆仪来决定厚度。

8、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，所述氮氧化硅是以先形成氮氧化硅于晶片基底上后引入含氮物去形成氮氧化硅膜。

9、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，所述生成氮氧化硅层是包括离子植入氮成份物质进入氮氧化硅长于晶片之上。

10、如权利要求 1 所述的工艺方法，其特征在于，所述测试晶片是所谓非产品用晶片。

11、一种制造集成电路存储器元件的方法，其包括：

准备一群组测试晶片，可辨认号数从 1 到 N，其中 N 是一个大于 1 的整数，各测试晶片都包括预定厚度的电介质长于测试晶片上，此预定厚度的介质层在每晶片上

应大致一定厚度值，

引入预定浓度量的氮成份到一群组中晶片，各有不同浓度，可辨认号数从 1 到 N，其中 N 是一个大于 1 的整数而此预定的浓度号从 1 到 N，将各个被引入于测试晶片标号从 1 到 N，

将各个测试晶片送入一个氧化的环境，在特定氧化状况下去生长介电质层在每片晶片，已知生长结果是因各个测试晶片上预定氮浓度值的多少而改变，

测量介电质材料的厚度于每个晶片从 1 到 N，其厚度在每个晶片上不同各以辨视号从 1 到 N；投射厚度值标从 1 到 N 对应到个别预定浓度标从 1 到 N。

12、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其氧化生长环境是以快火热工氧化制程进行。

13、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其 N 是一试片整数，至少大于 5。

14、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其关系式建立是以厚度对应浓度。

15、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其各测试晶片是一硅晶片有同样特性。

16、一种集成电路元件制程方法，其包括：

引入一测试晶片于一闸门介质形成的制程，形成一氮氧化硅层至预定的厚度小于 40 埃，在预定的制程温度，使用含氮成份物质于测试片上，

使之第二次氧化此氮氧化硅膜去形成增加的氧化膜于第二厚度，此第二厚度的生成，已知非常大取决于氮成份物质在氮氧化硅中的含量浓度，

决定一种参数值即最少是第二厚度，利用此参数值去决定氮成份浓度在氮氧化硅膜中的数值。

17、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其所述参数是一厚度值 04 第二厚度值。

18、如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，其测试晶片是以连同在生产晶片及流程中进行。

19、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，其测试晶片和生产流程晶片是同时置于闸门介电质形成的制程中进行。

20、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，测试晶片是由正常生产晶片而来，二流程间测试是在操作在不须太大影响正常生产流程的进程下进行。

说明书

利用检测闸门氧化硅层中氮化物含量的半导体元件制成方法

技术领域

本发明涉及半导体器件的工艺及集成电路的制造。具体地说，本发明涉及一种生成闸门氧化硅层，内含有氮化物并以检测氮化物浓度决定生成薄的闸门层于 MOS 结构，应用于逻辑元件。

背景技术

我们可认知此发明应用更广泛的运用价值，例如，此发明可用于各类式元件像动态随机存取存储器，静态随机存取存储器，（SRAM），专用集成电路（ASIC），微处理器，微控制器，Flash 存储器及其他。

集成电路或“IC”，涉及将无数相连通的元件组制造于单一晶片上含不百万的元件。现今的 IC 所提供的表现度及设计复杂度是远远超过以往的想象。为要取得复杂度的改善及增加线路密度（即，单位晶片面积内能被装入的元件数目），最小化元件的大小规格，又称为元件的“身量规格”（Geometry），因代代 IC 而变得愈来愈小。

增加线路的密度不但改变 IC 的复杂度及表现度更提供了最低价的元件器给顾客。一座 IC 制造厂，须花费动辄 百万，或十亿，美元的造价。各厂有其相对的晶圆处理量，而每一片晶圆又有其相对的元件数。因此，若我们能将各个 IC 做得愈小，更多的元件就将可作入单一晶片，于是增加该制造厂的元件产出量。

而要将元件做小，因每个制程有其极限，故是个很难的挑战。也就是说，一种制程组合方式通常只能做到小某种大小规格，再过，则须要不改变制程或改变元件铺展的设计。有一种极限例子就是闸门氧化硅层阻挡住杂质促闸门外扩散至其下通道的能力，这种能力决定了三相晶体管元件的可靠度（reliability）。

同可作例证的是，离子渗入杂质能促闸门间游离入通道间造成负面影响。硼杂质常使用于渗入闸门，因其原子小且移动率快，常渗入闸门区内。这种硼迁移常始于闸门层，包括多晶硅层，穿过氧化硅层，到达通道（channel）区内。因硼乃带电杂质，它们通常影响三相晶体管元件之起始电压（Threshold Voltage）值造成其值之平移，其他限制包括高的价电子滞留（Trapping）率，P-型通道次起始

(sub-threshold) 电压反转值之恶化 (degradation), 较差的三相晶体管的可靠度, 极其他。

由上观之, 改良制程以制造更佳半岛元件是件必要之事。

发明内容

本发明涉及及半导体器件的工艺及其集成电路的制造。具体说, 本发明涉及一种生成闸门氧化硅层, 内含氮化物, 并以随时检测氮化物浓度方式生成的薄的闸门层于 MOS 元件结构中应用于存储元件体。我们可认知此发明有更广泛的运用价值。例如, 此发明可应用于各类型元件体像静态随机存取存储器 (SRAM), 特殊用途集成电路元件体 (ASIC), 微处理器, 微控制器, Flash 存储器及其他。

在一具体实施例中, 本发明提供一种制程方法用于生产制造集成电路元件体。

此制程方法包括将一片测试晶圆 (test wafer) 引入生产晶圆流程的晶圆群去形成一个制程实验组。每片组内晶圆都是经过闸门氧化层生长的制程。此乃步骤将整组的晶圆插入生产闸门氧化硅制程作介电层生长, 即闸门氧化层。此方法, 形成氮氧化硅层物质于预定的厚度低于 40 埃 (Angstroms), 在预定的温度在含氮物及含氧物形成气体中, 个别的或混合的。此方法, 促整生产组中取出测试晶圆, 作第二层的氧化, 形成氮氧化硅层后第二个厚度, 此厚度多少非常大取决于氮在氮氧化硅层中的含量。此方法, 判定在第一预定厚度及第二厚度间厚度值的差别。一个步骤, 可兹以氮含量在整组间的差异分布, 来决定在第一厚度预定后其晶圆的氮含量。

在另一具体实施例中, 本发明提供另一种制程方法用于生产制造集成电路元件体。此方法包括准备一群测试晶片, 可依号辨认为由 1 到 N, 其中 N 是整数且大于 1。任一测试晶片上都包括预先决定好厚度的电介质材料。此预先决好的厚度基本上在所有测试晶片上都是一样的。此方法包括引入预先设计好氮含量浓度值到一群不同浓度值的晶片组并辨视其值为 1 到 N。此方法继续从 1 到 N 以不同浓度引入到不同的测试晶片标示为 1 到 N, 直到所有预定浓度都以被从 1 到 N 个别引入到测试晶片标号或 1 到 N。此方法是将所有测试晶片接着接受到一个氧化的环境, 以选择好的状况, 使让电介质层能再生长在测试晶片上。此种测试晶片的再生长是依其预定电介质氮含量浓度而决定的。此方法测量每一个测试晶片的电介质材料厚度从 1 到 N。其厚度值则依测试晶片归类为 1 到 N。此方法建立对应关系从厚度值指标 1 到 N,

个别对应到预定氮浓度指标 1 到 N。

非常多的益处可由此发明取代传统方法。例如，此方法利用传统测量技术而简易好用。在其他含蓄体，此发明提高更高的良率，其以每晶片上晶粒数为单位。更加的，此方法提供一种制作程序和传统的制程技术和设备均为匹配。优先的，此方法应将可应用于不同的元件生产。譬如存储器，ASIC，微处理器和其他元件。从不同的含蓄体，此方法都将得到更多不同的优势。这些或其他优势，将于此节或特别的下节介绍。

有关此发明的目的、特征及优点如将于比照细节描述及随同的附图作更详尽描述如下：

附图说明

图 1 是依本发明一个实施例的半导体元件的简明切面图。

图 2 是依本发明的另一实施例的半导体元件的简明切面图。

图 3 是依本发明一个实施例的简明的检测图表。

图 4 是依本发明一个实施例的简明的检测图表。

图 5 是依本发明一个实施例的简明厚度图表投射相对氮化物含量，由图 4 的方法测量取得。

具体实施方式

本发明涉及半导体器件的工艺及集成电路的制造。具体地说，本发明涉及一种生成闸门氧化硅层，内含氮肥化物成份，并以检测氮化物浓度生成闸门层于 MOS 元件结构中应用于存储器生成。我们可认知此发明应有更广泛的运用价值，例如，此发明可应用于各类元件像静态随机存取存储器（SRAM），特殊用途集成电路元件（ASIC），微处理器，微控制器，Flash 存储器及其他。

图 1 是依本发明一个实施例的半导体元件的简明切面图 100。此图仅作例子，不能仅依之而局限本发明申求有效的范围。本领域技术人员，可从此发明悟出许多其他的新变数，改造方式和新取代方法。

如图所示，图 100 包含各项特征如闸门体 101，包括含硼成份杂质，连同极/集极区域完整定义一个 MOS 三相晶体管。此含硼成份杂质从闸门区扩散透过闸门之下。在系列制程热效应 107 下，上述扩散作用会频繁发生。含硼成份的杂质，通常很小，常聚集堆在通道区 109 门，由于有此硼杂质扩散的现象，制程的限制就很多。

此限制包含须考虑发生正向起始电压 (Threshold Voltage) 的平移, 次起始 (Sub-threshold) 切换值的增加, 电子阱陷的增加, 及其他许多可靠度的问题。基于此, 许多技术都研发来设法减少甚或阻止任何硼迁移到通道区的发生。这些技术都将在本文中被介绍、描述、尤其于以下文。

图 2 是依本发明另一实施例的半导体元件的简明切面图。此图仅作例证, 不能依此而局限本发明有效的范围。本技术领域者, 不难从此发明而认出许多其他新变数, 改造方式和取代方法。如图所示, 图项包括形成氮氧化硅层 201 于闸门替之下。依之, 含硼杂质被保留在闸门区 203 而大量减少进入通道区其直接位于闸门区之下。通常我们很困难去控制多少量的含氮分子进入氮氧化硅层膜内。亦即, 杂质浓度很难测量, 而且只能被生量线外特别检测系统来测量, 其造成负担和困难。依之, 这样一来的层膜几乎无法在合理的准确度内测量它们的厚度尤其当膜是如此薄到传统使用闸门层的结构的厚度。因此, 我们研发了一个技巧以检测氮成份在膜内的浓度利用到下列方法且描述于下。

依本发明一个实施例, 一种检测氮成份杂质浓度在闸门层膜中的方法。在此说明提供如下:

- 1、提供半导体基底晶元片于生产流程伴随生产晶片或不随生产晶片;
- 2、形成氧化层于基底上使用水蒸气 (即, 低于 750°C);
- 3、引入含一氧化氮 NO (或二氧化氮 NO_2) 的气体, 在预先设足温度下, 以将含氮分子注入到氧化层;
- 4、维持薄膜厚度在预先决定数值稍低于 30 埃 (Angstrom), 而其厚度在其他晶片有不同氮成份浓度者, 都大致相同在同一范围;
- 5、进行快速热氧化在此已氮化 (Nitrided) 薄膜上, 以使它长厚数些达到最后厚度, 此长厚已知令受多少氮分子成份存留在氧化硅膜中的影响。
- 6、利用精圆测量仪 (ellipsometer) 量测膜最后厚度;
- 7、利用氮含量检测分析制成交叉图表对应厚度增长 (thickness difference) 从最后厚度比照定的厚度。
- 8、判定含氮分子在氧化硅膜内的浓度;
- 9、利用此检测步骤, 结果调整必须改变的制程;
- 10、再作上步骤去判定适合的氮分子浓度;
- 11、若必须继续其他步骤;

上法是一连续步骤用来准备对应薄膜内氮分子浓度和热工时间 (或厚度) 的

关系。此关系资料将用来判定在任一闸门介电质层中氮分子的浓度。此方法更多细节，陈述于下列图表中。

图 3 是依本发明一个实施例的简化图式的检测方法 300。此图仅作例子，不能依此而局限本发明的有效范围。本技术领域者，不难从此发明而认出许多其他变数，改造方式和取代方法。首先，此方法准备一半导体基底片，用来作闸门层氧化形成。此方法形成闸门氧化层于一预定的厚度于基底片上利用到水蒸气（即少于 750 °C）301。此方法亦引入一氧化氮 NO（或二氧化氮 NO₂）等含氮物质在低温时注入此含氮分子于氧化层膜。此层膜收受第一次热工 305 而形成第一厚度 A1321，其厚度受第一次热工预定温度的影响。在此，厚度是用一椭圆仪来测量，可像 Rudolph Instruments。所造的仪器，但也可以像其他。氮浓度的数值是由 SIMS 来决定，这些连续步骤，重复施作，以其他热工时间（即，307，309，311），形成其他厚度（即，A2323，A3325，A4327）和相关的浓度（即，333，335，337）。

图 4 是依本发明一个实施例的简示图说明检测的方法。此图仅作例子，不能依此而局限本发明的有效范围。本技术领域者，不难从此发明而认出许多其他变数，改造方法和取代方法。参见图 4，每一个基底（即，A1321，A2232，A3325，A4327）均接受快火热工氧化（Rapid thermal Oxidation）或慢火炉热氧化去形成在氮氧化硅上的厚度。最佳晶片上都相似。此制程的实施直到每个基底晶片都形成另加的氧化硅厚度 a1，a2，a3，a4，其相对的总厚度则是 B1403，B2405，B3407，B4409。使用更简便方式，以椭圆仪测量各晶片总厚度。

仅供于例证，我提供了下列的关系：

$$a1=B1-A1$$

在此，a1 是从快火热工氧化或慢火炉热氧化后薄膜厚度；

B1 是再氧化了氮氧化硅层后的总厚度；

A1 是氮化氧化硅层后的总厚度；

此方法决定 a1411，a2413，a3412，a4421。下一方法，对应再氧化后层的厚度于其相对的浓度值。由图 5 作展示，它是一个简易厚度图投射出相对应的氮浓度使用到本发明领域内的图 4 方法。此图仅作例子，不能依此而局限本发明的有效范围，本技术领域者，不难从此发明而认出许多其他变数，改造方式和取代方法。如示，此垂直的轴表示厚度以埃作单位，而此水平轴，交叉于垂直轴，表示的是氮分子成份的浓度。此方法建立一方式能投照厚度的增加到相对应的浓度切深，依照以上描述的所有程序步骤。

即是，这方法决定测试片厚度于垂直轴上，而决定浓度切深于横轴上，而此法可供决定制程的氮浓度是否须调整改变。

说明书附图

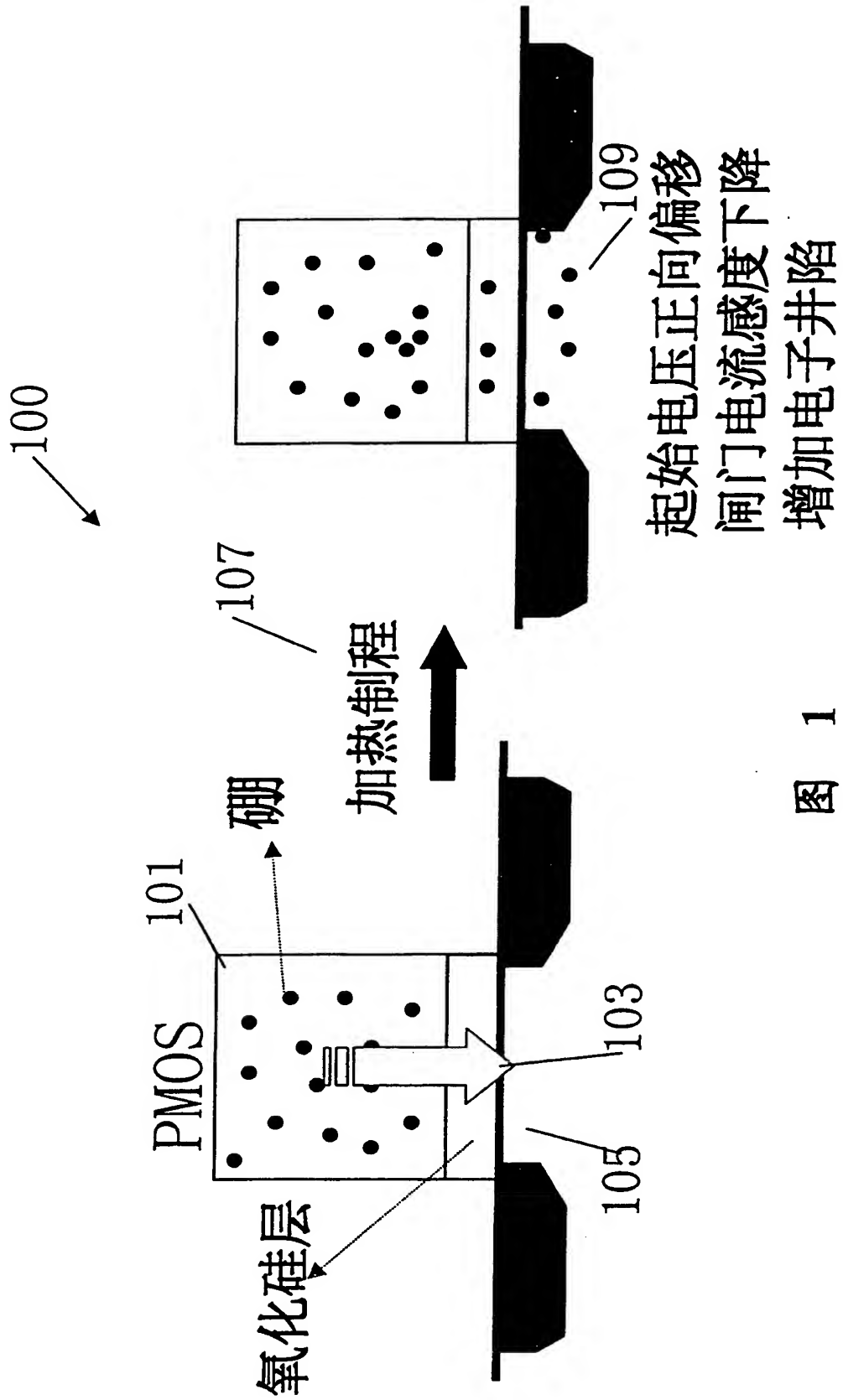


图 1

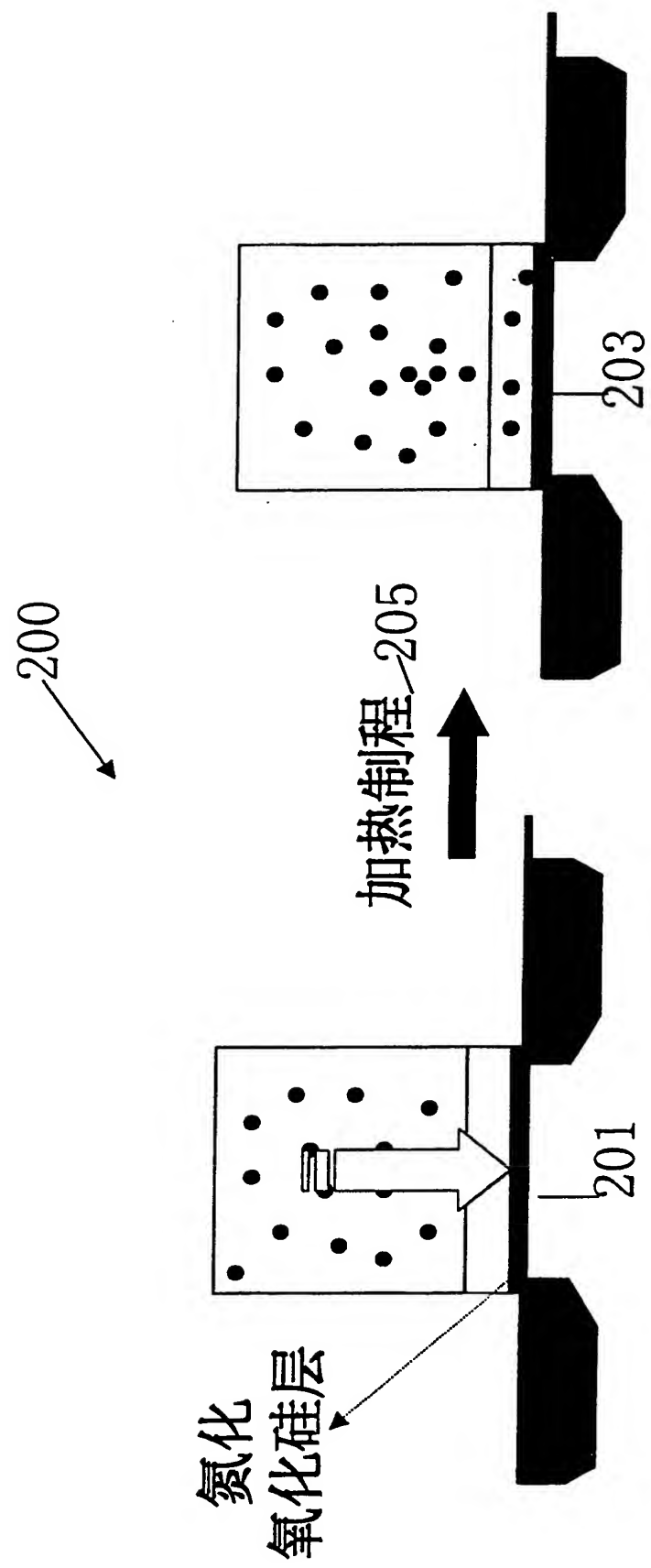


图 2

水蒸气中形成
的氧化硅层

NO 气氮化制程

300

SIMS 分析

Tox

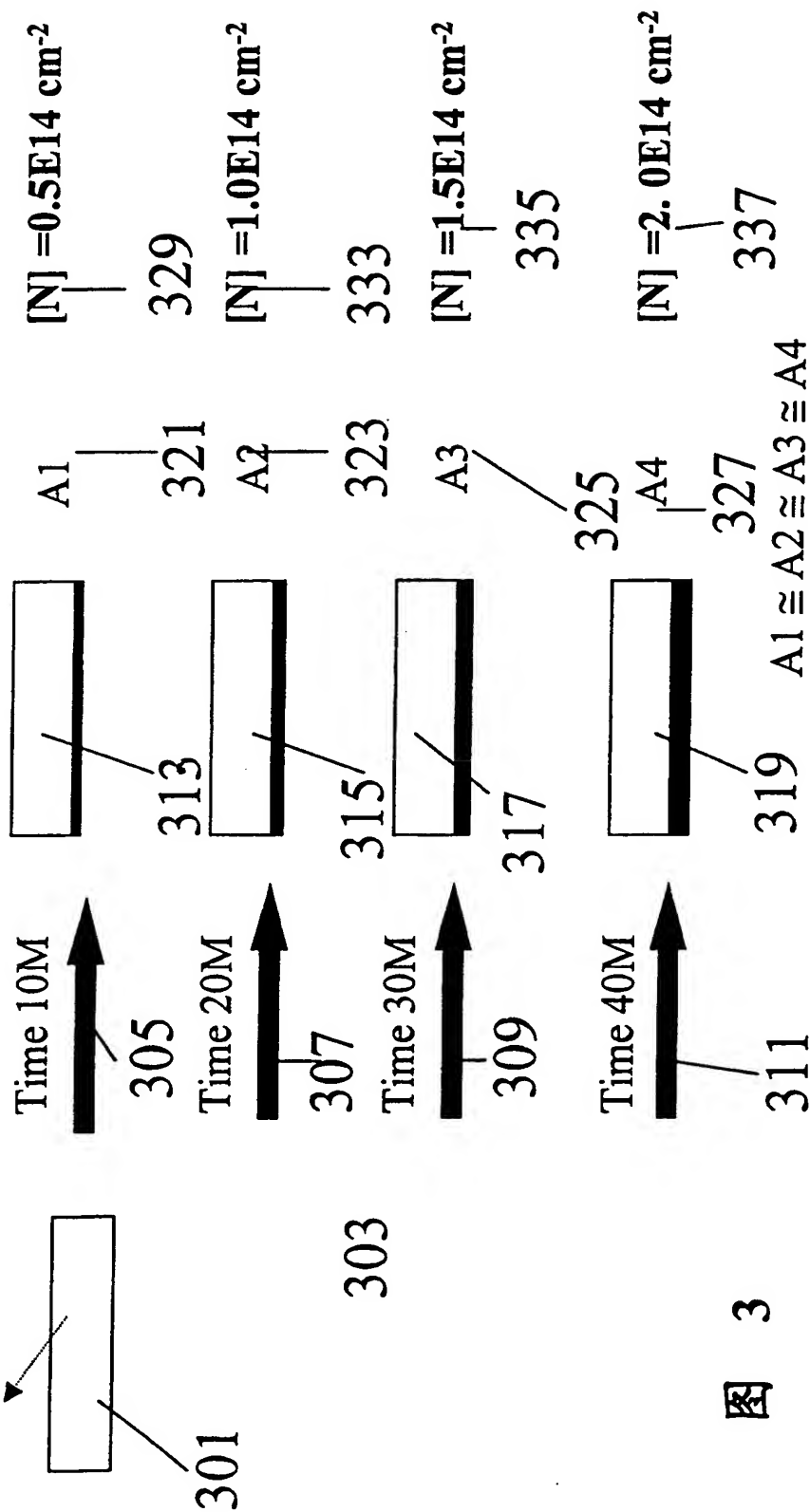


图 3

氮化氧化硅层厚度
401

Tox



A1
321



A2
323



A3
325

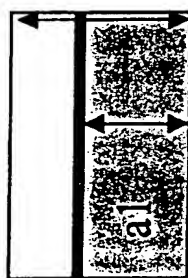


A4
327

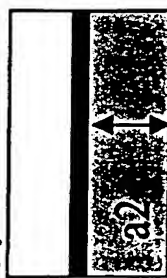
快速热氧化制程



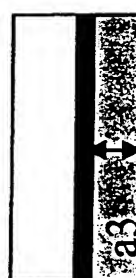
329



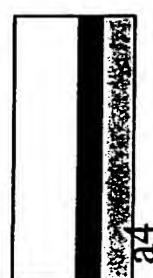
411
a1 = B1-A1



413
a2 = B2-A2



415
a3 = B3-A3



421
a4 = B4-A4

Tox

B1
403

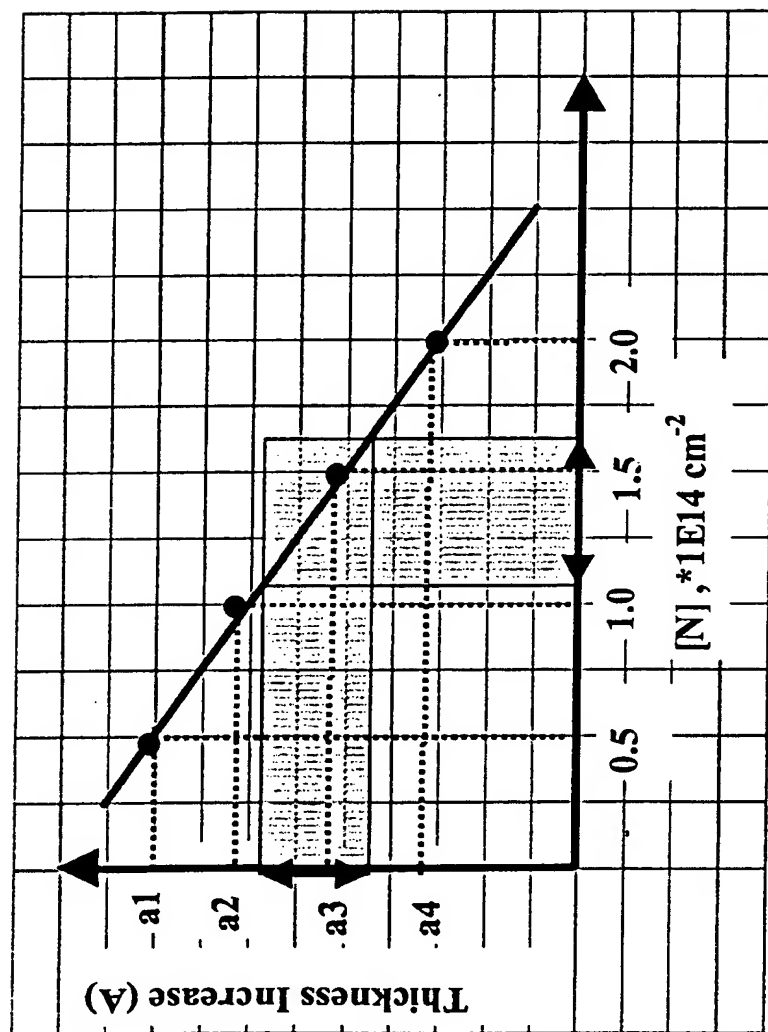
B2
405

B3
407

B4
409

图 4

↔ 生产线含氮浓度的监控规格



↔ 元件所需的含氮浓度规格

图 5